

STÁLÁ A UŽITNÁ ZATÍŽENÍ

ČSN EN 1991-1-1 (Eurokód 1): *Zatížení konstrukcí – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha : ČNI, 2004.

1. Stálá zatížení

- stálé (pevné) zatížení stavebních prvků zahrnuje vlastní tíhu nosných a nenosných prvků včetně pevných vybavení, tíhy zeminy a štěrkového lože
- pokud nejsou k dispozici přesnější údaje (od výrobce, vážením), doporučuje se stanovit tíhu jednotlivých prvků na základě jejich nominálních rozměrů (uvedených ve výkrese) a objemové tíhy příslušných materiálů

1.1 Objemová tíha

- pojem „objemová tíha“ (někdy také „hustota“) se v ČSN EN 1991-1-1 užívá pro **tíhu na jednotku objemu, plochy či délky**
- charakteristické hodnoty objemových tíh materiálů se uvádějí
 - v $[kN/m^3]$ pro materiály, jež mají všechny tři rozměry stejného řádu (beton, dřevo, kamenivo,...)
 - v $[kN/m^2]$ pro materiály, jež mají jeden rozměr řádově menší než dva zbývající (obkladové materiály, střešní krytiny,...)
 - v $[kN/m]$ pro konstrukční prvky, u nichž výrazně převládá jeden rozměr nad dvěma zbývajícími
- v některých dokumentech se pod pojmem „hustota“ rozumí **hmotnost** (nikoliv tíha) **na jednotku objemu, plochy či délky** – její velikost se pak udává v jednotkách $[kg/m^3]$, $[kg/m^2]$ nebo $[kg/m]$
- při převodu hmotnosti na zatížení se předpokládá gravitační zrychlení o velikosti $10\ m/s^2$

Pozn.: Převod hmotnosti na zatížení (železobeton)

$$2500\ kg/m^3 = 25\ 000\ N/m^3 = 25\ kN/m^3$$

$$1\ kg \dots \text{působí silou } 1\ kg \cdot 10\ m/s^2 = 10\ N$$

$$\text{- obecně: } G = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g\ [N]$$

- normové charakteristické hodnoty objemových tíh a úhlů vnitřního tření jsou uvedeny v příloze A k ČSN EN 1991-1-1 nebo přímo u výrobců jednotlivých materiálů

1.2 Vlastní tíha stavebních prvků

- vlastní tíha zahrnuje tíhu nosných a nenosných prvků včetně pevných vybavení, tíhy zeminy a štěrkového lože

Nenosné prvky

- střešní krytiny
- povrchové úpravy a vrstvy
- nenosné příčky, obklady, vyzdívky
- madla, svodidla, zábradlí, parapety, obrubníky
- obvodový plášť

- zavěšené podhledy
- izolace (tepelné)
- mostní vybavení
- pevná vybavení

Pevná vybavení

- vybavení pro výtahy a pohyblivá schodiště
- topná tělesa, ventilátory, vzduchotechnika
- elektrická zařízení
- kabelové rozvody a instalační trubky

Pozn.: Zatížení od přemístitelných příček a průmyslového vybavení, které není pevně zabudováno v konstrukci, je uvažováno jako zatížení užitné

2 Užitná zatížení budov

- podle proměnlivosti v čase a prostoru se užitná zatížení klasifikují jako **proměnná volná zatížení** ⇒ nutno uvažovat zatěžovací stavy
- proměnná zatížení jsou obecně nahrazena rovnoměrným zatížením a osamělými břemeny, příp. jejich kombinací
- užitná zatížení pozemních staveb jsou taková zatížení, která vznikají v důsledku užívání; patří sem
 - obvyklé užívání osobami
 - nábytek a přemístitelné předměty (např. přemístitelné příčky, uskladněné předměty, obsah nádrží)
 - vozidla
 - předvídatelné výjimečné případy, např. soustředění osob nebo nábytku, přemístění či nahromadění předmětů, ke kterým může dojít při reorganizacích a úpravách
- užitná zatížení stropů a střech se rozdělují podle druhu zatěžovacích ploch na zatížení
 - obytných, společenských, obchodních a administrativních ploch (kategorie A, B, C, D)
 - skladovacích prostor a ploch pro průmyslovou činnost (kat. E, FL)
 - garáží a dopravních ploch pro vozidla (s výjimkou mostů) – kat. F, G
 - střech (kat. H, I, K)

2.1 Obytné, společenské, obchodní a administrativní plochy

TAB. 1 Užitné kategorie

Kategorie	Stanovené použití	Příklad
A	obytné plochy a plochy pro domácí činnosti	Místnosti obytných budov a domů; lůžkové pokoje a čekárny v nemocnicích; ložnice hotelů a ubytoven, kuchyně a toalety
B	kancelářské plochy	
C	plochy, kde může docházet ke shromažďování lidí (kromě ploch uvedených	C1: plochy se stoly atd., např. plochy ve školách, kavárnách, restauracích, jídelnách, čítárnách, recepcích.
		C2: plochy se zabudovanými sedadly, např. plochy v kostelech, divadlech nebo kinech, v konferenčních sálech, přednáškových nebo zasedacích místnostech, nádražních a jiných čekárnách.

	v kategoriích A, B a D)	C3: plochy bez překážek pro pohyb osob, např. plochy v muzeích, ve výstavních sících a přístupové plochy ve veřejných a administrativních budovách, hotelích, nemocnicích, železničních nádražních halách.
		C4: plochy určené k pohybovým aktivitám, např. taneční sály, tělocvičny, jeviště atd.
		C5: plochy, kde může dojít k vysoké koncentraci lidí, např. budovy pro veřejné akce jako koncertní síně, sportovní haly, včetně tribun, terasy a přístupové plochy, železniční nástupiště.
D	obchodní plochy	D1: plochy v malých obchodech
		D2: plochy v obchodních domech
<i>Pozn. 1: V závislosti na předpokládaném účelu používání mohou být plochy zařazeny do kategorie C5 místo do kategorií C2, C3 a C4, a to na základě rozhodnutí klienta a/nebo podle národní přílohy.</i>		
<i>Pozn. 2: V národní příloze mohou být uvedeny podkategorie ke kategoriím A, B, C1 až C5, D1 a D2.</i>		
<i>Pozn. 3: Plochy pro skladování a průmyslovou činnost viz ČSN EN 1991-1-1, odst. 6.3.2.</i>		

- charakteristické hodnoty q_k a Q_k pro rovnoměrná a soustředěná užitná zatížení jsou uvedeny v tabulce 2. Soustředěná břemena Q působící samostatně se uvažují při určování lokálních účinků zatížení tak, že mohou působit v kterémkoli místě konstrukce na ploše ve tvaru čtverce o straně 50 mm

TAB. 2 Užitná zatížení stropních konstrukcí, balkonů a schodišť pozemních staveb

Kategorie zatěžovaných ploch	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorie A		
- stropní konstrukce	1,5 až <u>2,0</u> (1,5)	<u>2,0</u> až 3,0 (2,0)
- schodiště	<u>2,0</u> až 4,0 (3,0)	<u>2,0</u> až 4,0 (2,0)
- balkóny	<u>2,5</u> až 4,0 (3,0)	<u>2,0</u> až 3,0 (2,0)
Kategorie B		
	2,0 až <u>3,0</u> (2,5)	1,5 až <u>4,5</u> (4,0)
Kategorie C		
- C1	2,0 až <u>3,0</u> (3,0)	3,0 až <u>4,0</u> (3,0)
- C2	3,0 až <u>4,0</u> (4,0)	2,5 až 7,0 (4,0)
- C3	3,0 až <u>5,0</u> (5,0)	<u>4,0</u> až 7,0 (4,0)
- C4	4,5 až <u>5,0</u> (5,0)	3,5 až <u>7,0</u> (7,0)
- C5	<u>5,0</u> až 7,5 (5,0)	3,5 až <u>4,5</u> (4,5)
Kategorie D		
- D1	<u>4,0</u> až 5,0 (5,0)	3,5 až 7,0 (5,0)
- D2	4,0 až <u>5,0</u> (5,0)	3,5 až <u>7,0</u> (7,0)

Pozn. 1: Hodnoty doporučené pro použití jsou podtržené.

Pozn. 2: V závorce jsou uvedeny hodnoty podle Národní přílohy ČR

2.2 Střechy

TAB. 3 Kategorizace střeche

Kategorie zatěžovaných ploch	Stanovené použití
H	střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav
I	střechy přístupné (pochůzné), s užíváním podle kategorií A až D
K	střechy přístupné pro zvláštní provoz, např. přistávání vrtulníků

TAB. 4 Užitná zatížení střech kategorie H

Střecha	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorie H	q_k (0,75)	Q_k (1,0)
<p>Pozn. 1: Pro kategorii H mohou být hodnoty q_k vybrány v rozmezí od 0,0 kN/m² do 1,0 kN/m² a hodnoty Q_k v rozmezí od 0,9 kN do 1,5 kN. Tam, kde je uvedeno rozmezí hodnot, mohou se hodnoty určit v národní příloze. Doporučené hodnoty jsou:</p> <p style="text-align: center;">$q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$; $Q_k = 1,0 \text{ kN}$</p>		
Pozn. 2: q_k se může v národní příloze měnit v závislosti na sklonu střechy.		
Pozn. 3: Lze předpokládat, že q_k působí na ploše A, která může být stanovena v národní příloze. Doporučená hodnota $A = 10 \text{ m}^2$, v rozmezí od nuly až do celkové plochy střechy.		
Pozn. 4: Na střechách kategorie H se nemá uvažovat současné působení užitných zatížení a zatížení sněhem nebo větrem.		

Pozn.: V závorce jsou uvedeny hodnoty podle Národní přílohy ČR

- v minimálních hodnotách uvedených v tabulce 4 není zahrnuto nekontrolované hromadění stavebních materiálů, ke kterému může dojít v průběhu údržby
- pro střechy se musí provést samostatné ověření na účinky soustředěného zatížení Q_k a zatížení rovnoměrně rozděleného q_k , která působí nezávisle

2.3 Přemístitelné příčky

- zatížení příčkou působí na desku jako rovnoměrné spojitě po délce, tj. kN/m, nikoliv jako plošné rovnoměrné spojitě, tedy kN/m²
- za předpokladu, že stropní konstrukce umožňuje příčné roznášení zatížení, může být vlastní tíha lehkých přemístitelných příček uvažována jako **ekvivalentní rovnoměrné zatížení q_k** přidané k užitnému zatížení
- toto zatížení je definováno takto:
 - přemístitelné příčky o vlastní tíze $\leq 1 \text{ kN/m}$ délky příčky: **$q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$**
 - přemístitelné příčky o vlastní tíze $\leq 2 \text{ kN/m}$ délky příčky: **$q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$**
 - přemístitelné příčky o vlastní tíze $\leq 3 \text{ kN/m}$ délky příčky: **$q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$**
- u přemístitelných příček o vlastní tíze $> 3 \text{ kN/m}$ je třeba vzít v úvahu jejich skutečnou tíhu, možné umístění a orientaci

2.4 Vodorovná zatížení na zábradlí a dělicí stěny

- ČSN EN 1991-1-1 dále udává vodorovné síly od osob na zábradlí a dělicí stěny (nezahrnuje mimořádné zatížení od nárazu vozidel)

TAB. 5 Vodorovná zatížení zábradlí a dělicích stěn

Zatěžované plochy	q_k [kN/m]
Kategorie A	q_k (0,5)
Kategorie B a C1	q_k (1,0)
Kategorie C2-C4 a D	q_k (1,0)
Kategorie C5	q_k (5,0)
Kategorie E	q_k (2,0)
Kategorie F	viz ČSN EN 1991-1-1, příloha B: Svodidla a zábradlí v garážích
Kategorie G	viz ČSN EN 1991-1-1, příloha B: Svodidla a zábradlí v garážích
Pozn. 1: Pro kategorie A, B a C1 může být q_k zvoleno v rozmezí 0,2 kN/m – 1,0 kN/m (0,5 kN/m).	

<i>Pozn. 2:</i> Pro kategorie C2 až C4 a D může být q_k zvoleno v rozmezí 0,8 kN/m – 1,0 kN/m.
<i>Pozn. 3:</i> Pro kategorii C5 může být q_k zvoleno v rozmezí 3,0 kN/m – 5,0 kN/m.
<i>Pozn. 4:</i> Pro kategorii E může být q_k zvoleno v rozmezí 0,8 kN/m – 2,0 kN/m. U ploch kategorie E závisí vodorovné zatížení na způsobu používání plochy. Hodnoty q_k jsou proto stanoveny jako minimální hodnoty a mají se posoudit pro konkrétní použití.
<i>Pozn. 5:</i> Tam, kde je v poznámkách 1-4 uvedeno rozmezí hodnot, může se hodnota určit v národní příloze. Doporučená hodnota je podtržena.
<i>Pozn. 6:</i> K ověření výpočtem nebo k experimentálnímu ověření mohou být v národní příloze stanovena dodatečná soustředěná zatížení Q_k a/nebo specifikováno zatížení nárazem pružného nebo tvrdého tělesa.

Pozn.: V závorce jsou uvedeny hodnoty podle Národní přílohy ČR

2.5 Plochy pro skladování a průmyslovou činnost

- plochy pro skladování a průmyslovou činnost musí být rozděleny do dvou kategorií podle tabulky 6

TAB. 6 Kategorie ploch pro skladování a průmyslovou činnost

Kategorie	Stanovené použití	Příklad
E1	plochy, kde může docházet k hromadění zboží, včetně přístupových ploch	plochy pro skladování včetně skladů knih a dalších dokumentů
E2	průmyslová činnost	

TAB. 7 Užitná zatížení stropních konstrukcí od skladování

Kategorie	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
E1	7,5	7,0

- zatížení ploch pro průmyslové účely se stanoví na základě určeného účelu používání a podle typu použitého zařízení. Pokud se má používat zařízení pro jeřáby, pohyblivé strojní vybavení atd., stanoví se účinky zatížení na konstrukce podle EN 1991-3
- zatížení vysokozdvíhacími vozíky a dopravními prostředky se uvažují jako soustředěná zatížení působící společně s příslušnými rovnoměrně rozdělenými užitnými zatíženími uvedenými v tabulkách 2, 7 a 11

TAB. 8 Rozměry vysokozdvíhacích vozíků podle tříd FL

Třída vysokozdvíhacího vozíku	Vlastní tíha [kN]	Zdvíhané zatížení [kN]	Šířka nápravy a [m]	Celková šířka b [m]	Celková délka l [m]
FL1	21	10	0,85	1,00	2,60
FL2	31	15	0,95	1,10	3,00
FL3	44	25	1,00	1,20	3,30
FL4	60	40	1,20	1,40	4,00
FL5	90	60	1,50	1,90	4,60
FL6	110	80	1,80	2,30	5,10

TAB. 9 Nápravová síla u vysokozdvíhacích vozíků

Třída vysokozdvíhacího vozíku	Nápravová síla Q_k [kN]
FL1	26
FL2	40
FL3	63
FL4	90
FL5	140
FL6	170

- svislá statická nápravová síla Q_k se má zvýšit dynamickým součinitelem φ podle vztahu

$$Q_{k,dyn} = \varphi \cdot Q_k$$

kde $Q_{k,dyn}$ je charakteristická hodnota dynamického zatížení;

φ dynamický součinitel;

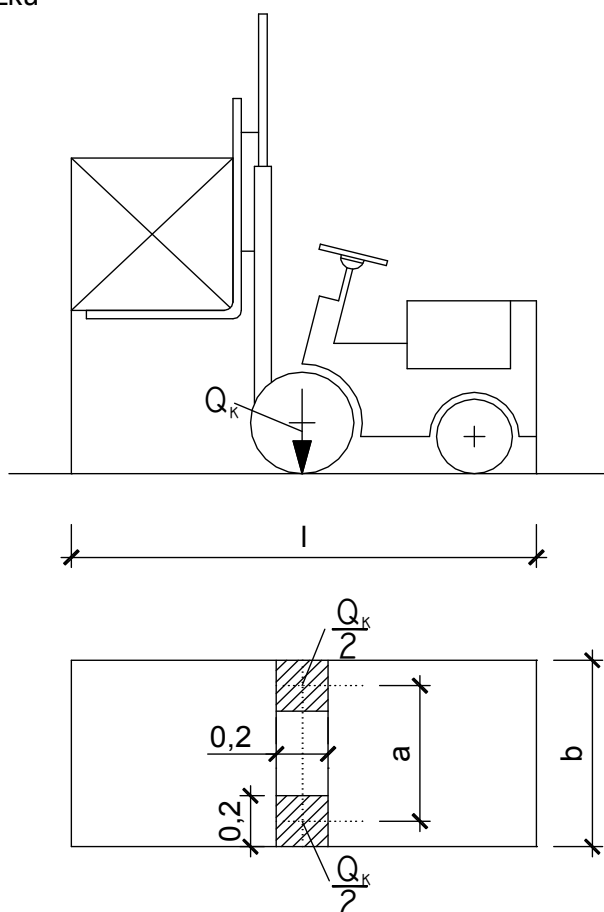
Q_k charakteristická hodnota statického zatížení

- dynamický součinitel φ zahrnuje pro vysokozdvizné vozíky účinky setrvačnosti vlivem zrychlení a zpomalení zdvihaného zařízení a má se uvažovat hodnotami:

$\varphi = 1,40$ pro vzduchové pneumatiky;

$\varphi = 2,00$ pro plné pneumatiky

- pokud mají vysokozdvizné vozíky vlastní tíhu větší než 110 kN, zatížení se stanoví na základě přesnějšího rozboru
- svislé nápravové síly Q_k a $Q_{k,dyn}$ se mají u vysokozdvizných vozíků uspořádat podle následujícího obrázku



- vodorovná zatížení způsobená zrychlením nebo zpomalením vysokozdvizných vozíků lze uvažovat jako 30 % svislých nápravových sil Q_k . Dynamické součinitele se nemusí použít

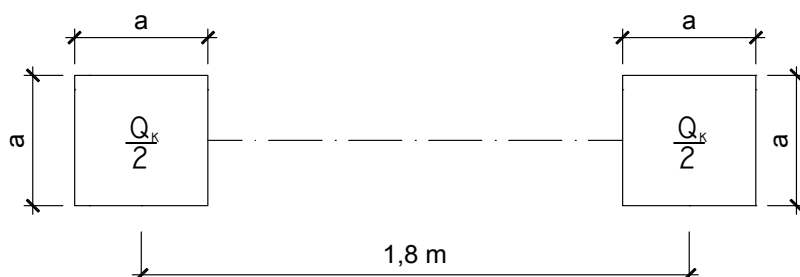
2.6 Garáže a plochy pro vozidla (s výjimkou mostů)

- dopravní a parkovací plochy se pozemních stavbách člení do dvou kategorií podle toho, pro jaká vozidla jsou přístupná, viz Tabulka 10

TAB. 10 Dopravní a parkovací plochy v pozemních stavbách

Kategorie dopravních ploch	Účel použití	Příklady
F	dopravní a parkovací plochy pro lehká vozidla (celková tíha vozidla $\leq 30 \text{ kN}$ a s nejvýše 8 sedadly kromě řidiče)	garáže; parkovací plochy a parkovací garáže
G	dopravní a parkovací plochy pro středně těžká vozidla ($30 \text{ kN} < \text{celková tíha vozidla} \leq 160 \text{ kN}$, na dvě nápravy)	přístupové cesty; zásobovací oblasti, přístupové zóny pro požární mobilní techniku ($\leq 160 \text{ kN}$ celkové tíhy vozidla)

- použije se model jedné nápravy o zatížení Q_k a rozměrech podle obrázku a rovnoměrné zatížení q_k . Charakteristické hodnoty zatížení jsou uvedeny v tabulce 11
- pro stanovení celkových účinků se předpokládá použití q_k a pro stanovení lokálních účinků Q_k



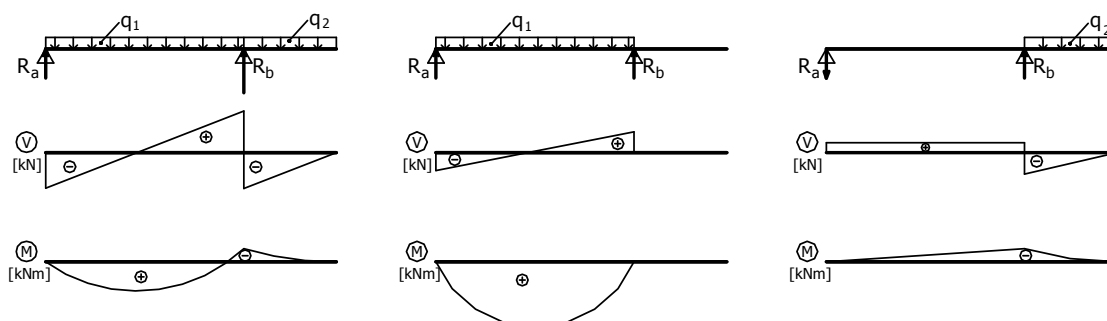
TAB. 11 Užitná zatížení garáží a dopravních ploch pro vozidla (dle Národní přílohy ČR)

Kategorie dopravních ploch	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
F	2,5	20
G	5,0	120

- nápravové síly mají u kategorie F působit na dvou čtvercových plochách o stranách 100 mm a u kategorie G o stranách 200 mm , a to v takové možné poloze, která vyvolá nejnepříznivější účinky

2.7 Stropy, nosníky, střechy

- užitné zatížení se uvažuje jako volné zatížení působící v nejnepříznivější části zatížené plochy
- jako příklad je uveden rozbor prostého nosníku s převislým koncem:

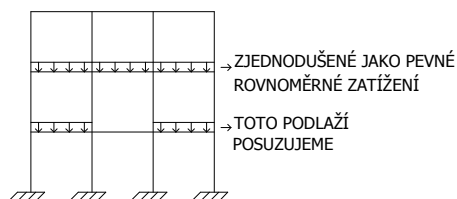


- max. celková vlastní tíha;
- max. reakce R_b

- max. ohyb. moment
v poli

- tahová reakce v podpoře a

- jestliže k výslednému účinku zatížení přispívá rovněž zatížení jiných podlaží, může se toto zatížení uvažovat jako pevné rovnoměrné zatížení



- hodnoty užitných zatížení q_k stejné kategorie se mohou snížit redukčním součinitelem α_A v závislosti na zatížené ploše, která je příslušným prvkem podpíraná

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$$

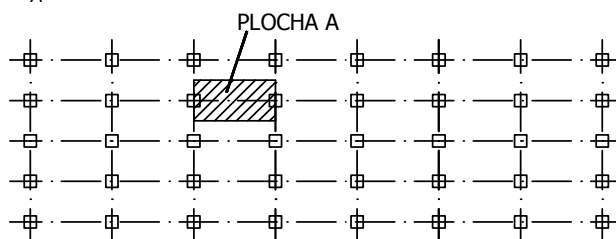
kde ψ_0 ... kombinační součinitel (podle EN 1990, příloha A1, tab. A1.1)

$$A_0 = 10 \text{ m}^2$$

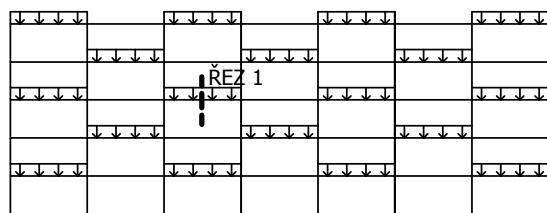
A ... zatížená plocha

Př.:

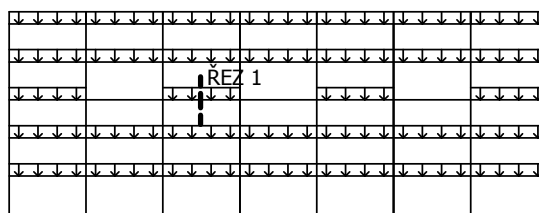
Je dána následující rámová konstrukce s vyznačením zatížené plochy A potřebné k výpočtu redukčního součinitele α_A :



Příklad přesného a zjednodušeného rozdělení zatížení při řešení podélného řezu konstrukcí:



přesné rozdělení užitného zatížení



zjednodušené rozdělení užitného zatížení

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} = \frac{5}{7} \cdot 0,7 + \frac{10 \text{ m}^2}{A}$$

- součinitel α_A se neuplatní v případě, že charakteristická hodnota zatížení je již zmenšena součinitelem ψ (v případě kombinace s dalším proměnným zatížením)

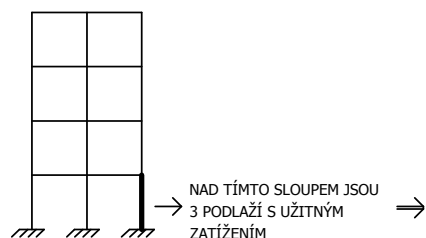
2.8 Sloupy a stěny

- jestliže na sloupy a stěny působí užitná zatížení z několika podlaží, může být celkové užitné zatížení sníženo redukčním součinitelem α_n (při výpočtu maximální normálové síly ve sloupech)

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}$$

kde ψ_0 ... kombinační součinitel (podle EN 1990, příloha A1, tab. A1.1)
 n ... počet podlaží (>2) stejné kategorie nad sledovaným nosným prvkem

Př.:



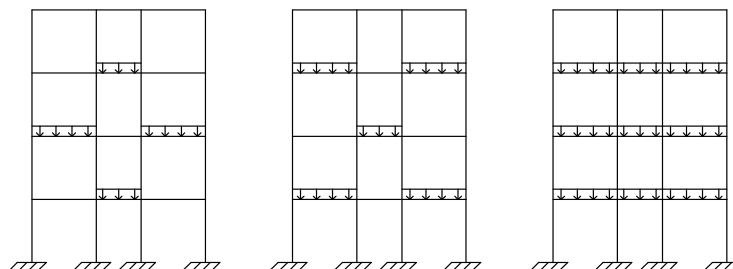
$$\alpha_n = \frac{2 + 1.0 \cdot 3}{4} = 0.75 \Rightarrow \text{redukce o 25\%}$$

- součinitel α_n se neuplatní v případě, že charakteristická hodnota zatížení je již zmenšena součinitelem ψ (v případě kombinace s dalším proměnným zatížením)

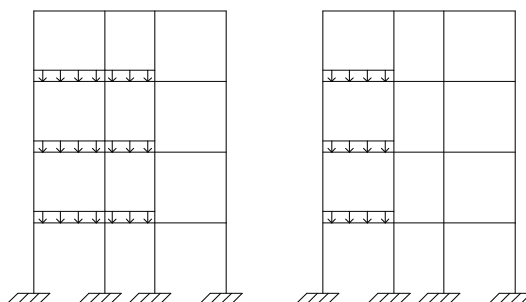
2.9 Rámové konstrukce

- u složitějších rámových konstrukcí lze uvažovat následující zatěžovací stavy:

VŽDY:



Je vhodné uvážit i další zatěžovací stavy:



atd.